

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 673 979

②1 N° d'enregistrement national :

91 03096

⑤1 Int Cl³ : F 02 G 1/00, 1/02, 1/04; F 01 L 1/04

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 14.03.91.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la
demande : 18.09.92 Bulletin 92/38.⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche : *Se reporter à la fin du présent fascicule.*⑥0 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : KOVACS ANDRE LOUIS — FR.

⑦2 Inventeur(s) : KOVACS ANDRE LOUIS.

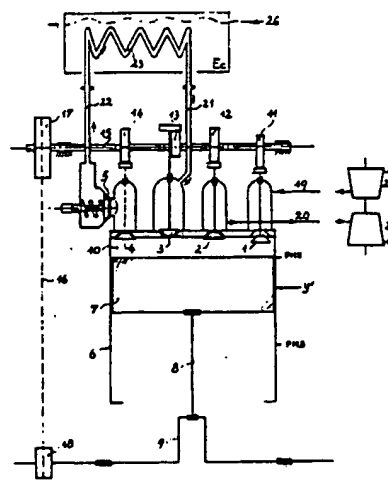
⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire :

⑤4 Machine thermodynamique à cycle à quatre temps.

⑤7 Machine thermodynamique à cycle à quatre temps,
servant pour la transformation d'énergie calorifique en
énergie mécanique, caractérisée par le fait qu'elle com-
porte:

- au moins une chambre (6) à volume cycliquement va-
riable;
- un ensemble de quatre conduits de liaison (19; 20; 21;
22) débouchant dans la chambre (6) au niveau d'orifices
associés avec un moyen de fermeture mobile (1; 2; 3; 4, 5)
associé à chacun desdits conduits de liaison, ledit ensem-
ble comportant deux conduits (19; 20) associés à l'admis-
sion et à l'échappement de fluide moteur, et deux autres
conduits (21; 22) qui sont reliés entre eux par un conduit
commun de liaison (23) disposé dans un échangeur de
chaleur (Ec), avec un conduit d'entrée (22) menant à
l'échangeur (Ec) et dont le moyen de fermeture mobile
comporte un clapet (5) ne s'ouvrant qu'à partir d'une pres-
sion prédéterminée, et un conduit de sortie (21), ledit
échangeur de chaleur (Ec) communiquant avec une source
chaude ou une source froide selon le mode de fonctionne-
ment de ladite machine; et
- des moyens d'actionnement (15) de certains au moins
desdits moyens de fermeture mobile, lesdits moyens d'ac-
tionnement étant agencés pour pouvoir isoler entre elles, à
des moments prédéterminés du cycle thermodynamique, la
chambre (6), l'entrée et/ou la sortie de l'échangeur de cha-
leur (Ec), et l'atmosphère ambiante.



FR 2 673 979 - A1



La présente invention concerne une machine thermodynamique dans laquelle un gaz subit des variations de pression de volume et de température, pour réaliser une transformation d'énergie calorifique en énergie mécanique (fonctionnement en moteur), ou l'inverse (fonctionnement en pompe à chaleur
5 ou machine frigorifique). L'invention est notamment applicable à la réalisation de moteurs à combustion ou chauffage externe.

Les moteurs à combustion interne présentent l'inconvénient que les conditions de la combustion sont très restrictives relativement à la nature du combustible utilisé, à l'excès d'air alloué à la combustion, au temps
10 dont dispose la combustion pour s'effectuer, à la pression sous laquelle la combustion doit se dérouler, etc. Il en résulte en particulier deux catégories de problèmes pratiques : 1) le combustible, presque toujours liquide dans les applications mobiles, doit répondre à des spécifications très particulières, notamment d'indice d'octane ou de cétène, ce qui fait que son
15 choix est très limité; 2) les gaz de combustion rejetés à l'atmosphère contiennent des imbrulés tels que hydrocarbures, oxyde de carbone, et des produits nocifs tels que oxydes d'azote, composés du plomb, etc., dont l'ensemble constitue une des pollutions les plus nocives et les plus massives dont on ait à souffrir de nos jours dans les pays économiquement
20 évolués.

Les moteurs à combustion externe permettent d'éviter ces inconvénients par le fait que la combustion ne se déroule pas dans le sein du fluide dont l'évolution produit l'énergie mécanique utile, mais en est complètement disjointe. De la sorte, la combustion est continue, au lieu d'être
25 constituée par une succession de combustions qui ne disposent que de quelques millisecondes pour s'accomplir, et elle peut être conduite avec tout l'excès d'air et toutes les autres précaution désirables pour que la combustion soit complète, "propre", non polluante. Moyennant un éventuel changement du seul brûleur, il est possible d'obtenir ce résultat avec des
30 combustibles très variés. Il est même possible de réaliser l'apport de chaleur non pas par une combustion, mais à partir d'autres sources telles que décompositions radioactives, accumulateurs de chaleur à sels fondus ou autres, rayonnement solaire, etc.

Les seuls moteurs à combustion externe qui soient parvenus au stade
35 industriel utilisent le cycle de Stirling. Tous les avantages de la combustion externe qui viennent d'être énumérés ont bien été vérifiés sur eux.

Malgré cela, ils ne parviennent pas à s'imposer dans les applications de grande diffusion, comme l'automobile, car, pour donner des puissances spécifiques valables, on est obligé d'utiliser l'hydrogène en circuit fermé et sous haute pression comme fluide moteur, et ainsi, les éléments constitutifs
5 deviennent compliqués et délicats, donc beaucoup trop coûteux à l'achat et à l'entretien.

Un moteur à combustion externe réalisé conformément à la présente invention ne présente pas ces inconvénients du moteur Stirling.

La machine thermodynamique selon l'invention est caractérisée par le
10 fait qu'elle comprend une chambre à volume cycliquement variable dans laquelle débouchent quatre conduits de liaison. Elle comprend également un échangeur de chaleur communiquant avec une source chaude, (cas du moteur), et relié à la chambre par deux des conduits, de façon à pouvoir échauffer le fluide qui circule dans le conduit de liaison. La machine comporte enfin des
15 organes d'isolation, sur tous les conduits de liaison, pour pouvoir isoler entre elles, à certains moments du cycle thermodynamique, la chambre, l'entrée et la sortie de l'échangeur, et l'atmosphère ambiante. Dans le cas de la machine frigorifique, l'échangeur est relié à une source "froide" (à la température ambiante par exemple).

20 La machine selon l'invention sera décrite plus en détail en se référant aux figures annexées. La figure 1 schématise un cylindre de moteur qui fonctionne conformément à l'invention. La figure 2 décrit le diagramme en coordonnées pression (ordonnées) volume (abscisses) du cycle décrit par le fluide-moteur dans un tel moteur. La figure 3 décrit les variations de ce
25 cycle selon la température d'admission du fluide-moteur extrait de la chaudière à air, lesquelles variations correspondent à des variations de la puissance du moteur. La figure 4 indique les circulations de l'air-moteur et de l'air comburant, dans le cas où selon l'invention, l'air-moteur d'échappement est recyclé comme air-comburant. Les figures 5, 6 et 7 représentent
30 un exemple de réalisation de moteur selon l'invention.

Sur la figure 1, la chambre de volume cycliquement variable est schématisée par un cylindre 6 dans lequel se meut un piston 7 attelé au vilebrequin 9 par la bielle 8. Les organes d'isolation qui permettent de diriger convenablement le fluide en évolution situé en 10, entre le piston
35 et la culasse, sont schématisés par des soupapes et clapets à siège conique, notés 1, 2, 3, 4 et 5, le sommet du cône étant dirigé comme indiqué sur la figure 1, dans le sens où se trouve la pression la plus faible, mais ces

organes d'isolation peuvent être quelconques : boisseaux tournants, tiroirs coulissants, etc., sans du tout sortir du cadre de l'invention. Nous ne parlerons que de soupapes dans la suite, pour simplifier la description.

Quatre de ces soupapes sont commandées par les cames 11, 12, 13 et 14, 5 disposées sur un arbre à cames unique 15, comme sur la figure 1, ou sur plusieurs arbres à cames. Ce ou ces arbres à cames sont entraînés à une vitesse de rotation moitié de celle du vilebrequin 9 par un dispositif quelconque, celui indiqué sur la figure 1 schématisant une chaîne 16 passant sur les pignons 17 et 18, 17 ayant deux fois plus de dents que 18. Immédia- 10 tement derrière la soupape 4 se trouve le clapet 5, qui n'est pas commandé par les cames, mais qui, la soupape 4 étant ouverte, s'ouvre dès que la pression est suffisante sur sa face tournée du côté du cylindre. Cette soupape 4 n'a pour rôle que de protéger le clapet 5 et d'améliorer, si cela était nécessaire, la précision de son point de fermeture en fin de compres- 15 sion. Elle pourrait donc être supprimée sans sortir du cadre de l'invention. C'est pourquoi elle est représentée en pointillé sur la figure 1.

La soupape 1 permet l'admission de fluide moteur (en général l'air) dans le cylindre par l'intermédiaire du conduit 19.

La soupape 2 permet l'échappement du fluide moteur par l'intermédiaire 20 du conduit 20 après que ce fluide eut terminé son cycle thermodynamique dans le moteur. L'échappement peut être rejeté directement à l'atmosphère, mais peut aussi être réutilisé comme il sera expliqué plus loin. Cette réutilisation éventuelle est une revendication de l'invention.

La soupape 3 permet l'admission dans le cylindre, par l'intermédiaire du 25 conduit 21, de fluide moteur qui vient d'être réchauffé dans l'échangeur de chaleur Ec.

La soupape 4, qui n'est que facultative, permet au fluide moteur compris dans le cylindre d'accéder au clapet 5.

Le clapet 5 permet au fluide moteur refoulé par le piston 7 de pénétrer 30 dans l'échangeur Ec par l'intermédiaire du conduit 22 dès que sa pression est suffisante pour l'ouvrir. Les ressorts du clapet 5 et de la soupape 3 sont construits et réglés de telle manière qu'une pression à l'intérieur du cylindre qui arrive à ouvrir le clapet 5 ne puisse pas encore ouvrir la soupape 3.

35 Entre les conduits 21 et 22 se trouve placé le conduit 23, pour sa plus grande partie à l'intérieur de l'échangeur Ec, qui forme la surface d'échange avec la source extérieure de chaleur (cas moteur) ou de froid (cas de la machine frigorifique). Il pourra prendre toutes les formes propices à

un bon échange thermique : tube spiralé, volumes munis d'ailettes extérieures et/ou intérieures, etc. Le support qui fournit (absorbe) la chaleur (gaz, liquide ou rayonnement) est symbolisé par la ligne ondulée 26.

les cames 11, 12, 13 et 14 ont un profil qui permet d'ouvrir la soupape 5 qu'elles commandent une fois par tour d'arbre à cames. Comme ce dernier tourne moitié moins vite que l'arbre moteur 9, les cames ne reviennent à leur position de départ que tous les deux tours de l'arbre moteur. En deux tours, le piston aura fait quatre courses entre le pont mort haut (PMH) et le point mort bas (PMB), chaque course voyant s'exécuter une certaine partie 10 du cycle thermodynamique. Il est commode de dire de ce fait, comme pour les moteurs conventionnels à combustion interne, que le cycle de la machine selon l'invention est à "quatre temps".

Pour décrire le cycle, nous nous référerons à la figure 1 pour décrire le fonctionnement des organes de la machine, et à la figure 2 pour 15 représenter sur un diagramme pression-volume (p-v) l'évolution qui en résulte pour le fluide moteur. Nous nous placerons dans le cas du moteur, le fluide étant l'air.

- Partant du PMH, le piston 7 commence à descendre, la soupape 1 étant ouverte, 2, 3, 4 et 5 étant fermées. Le piston aspire de l'air extérieur par 20 le conduit d'admission 19, jusqu'à ce qu'il parvienne au PMB. Ce premier temps est représenté sur le diagramme de la figure 2 par l'horizontale AB dont l'ordonnée est la pression atmosphérique. On sait qu'en réalité, il se produira une légère dépression responsable d'un travail négatif, mais nous la négligerons pour maintenir cette description sur sur le plan du principe 25 théorique de cette machine, les correctifs pratiques, à prendre en compte dans un examen plus détaillé, étant évidents pour l'"homme de l'art". Pour cette même raison, quand nous dirons que les compressions et détentes sont adiabatiques, l'homme de l'art saura qu'en pratique elles seront polytropiques.

30 - Au PMB, 1 est fermée, 2 et 3 restent fermées et 4 (si cette soupape facultative est présente) est ouverte. Lors de sa remontée, le piston comprime de façon adiabatique l'air du cylindre, jusqu'à ce que la pression devienne suffisante pour ouvrir le clapet 5, après quoi la fin de la course est utilisée pour introduire dans l'échangeur Ec par l'intermédiaire du conduit 35 22, l'air comprimé par le piston. Ce deuxième temps est représenté sur le diagramme par l'arc adiabatique BC jusqu'à l'ouverture du clapet 5, suivi de l'arc CD jusqu'en fin de course. Comme la masse de la bouffée d'air intro-

duite après l'ouverture du clapet 5 n'est pas prépondérante par rapport à la masse d'air présente dans le conduit 23 de l'échangeur, l'augmentation de pression le long de CD sera faible.

- Au PMH du début du deuxième tour de l'arbre moteur, la soupape 3 est ouverte par l'action de sa came, 1, 2 et 4 (si cette soupape facultative est présente) étant alors fermées. De l'air chauffé dans l'échangeur Ec parvient dans le cylindre à une pression égale à celle du point D du diagramme (car la pression est forcément la même aux deux extrémités du conduit 23 formant surface intérieure de l'échangeur Ec), et repousse le piston 7 jusqu'à un certain niveau noté y' du cylindre 6. A ce moment la soupape 3 se referme, et la détente du fluide admis se poursuit de façon adiabatique jusqu'au PMB.

Il est important de noter que la dose d'air extraite de l'échangeur Ec et admise dans le cylindre le long de DE, n'est pas physiquement la même que la bouffée qui venait d'être introduite dans Ec au temps précédent à travers le clapet 5, le long de CD. C'est pourquoi au point D coïncident en fait le point Di, fin du trajet CDi de l'air introduit ; et le point De, début du trajet de l'air extrait. L'évolution de l'air introduit BCDi est représentée en traits pleins, celle de l'air extrait DeEFB en traits interrompus. La dose extraite résulte d'introductions qui ont été faites un certain nombre de tours-moteur auparavant, et qui a donc pu prendre le temps de s'échauffer en défilant le long de la surface interne de l'échangeur Ec. Ce séjour de l'air-moteur dans l'échangeur Ec entre les deux temps du cycle est une caractéristique essentielle de l'invention, car il permet l'emploi d'échangeurs de chaleur mettant en oeuvre des technologies classiques et d'efficacité éprouvée.

Toutefois, en régime établi, la masse en grammes de la bouffée introduite par le clapet 5 doit être égale à la masse extraite par la soupape 3 au temps suivant. Pour la moyenne, cela est évident, puisque le fluide-moteur circule en circuit fermé de l'admission 19 à l'échappement 20, sans aucune communication avec l'extérieur. Mais on peut montrer de plus que cette continuité du débit-masse est assurée automatiquement et de façon stable par le moment de l'ouverture du clapet 5, le point d'ouverture de ce clapet (donc la pression au point C), étant une fonction bien définie de la température du fluide-moteur qui sort de la chaudière Ec, et du point de fermeture de la soupape 3.

Sur le diagramme, ce troisième temps est représenté par l'arc DeE, jusqu'à la fermeture de la soupape 3, E étant sensiblement à la même pression que C, suivi de l'adiabatique EF après cette fermeture.

- Au PMB du deuxième tour, la soupape 2 est ouverte, toutes les autres étant fermées. Le piston 7, en remontant, expulse l'air moteur détendu, dans le cas le plus simple, à l'atmosphère ambiante. Sur le diagramme, l'ouverture de la soupape 2 se traduit par la chute de pression isochore FB suivie du
5 balayage d'échappement BA, qui ferme le cycle.

Il ressort de cette description des quatre "temps" du cycle, que pour modifier le travail par cycle il faut agir sur la position du point E du diagramme. Un des moyens d'y parvenir consiste à modifier en marche le profil de la came 12 ou les caractéristiques de la chaîne cinématique
10 (engrenages, leviers, culbuteurs, tringleries, ou autres) qui commande la soupape 3. Les ressources courantes de la cinématique et de la technologie mécanique permettent de proposer de nombreuses solutions. Il est essentiel de souligner que les moyens particuliers utilisés ne font en aucune manière
15 sortir du cadre de la présente invention. Si on retarde la fermeture de la soupape 3, ce qui se traduit par un abaissement du niveau y' où elle se produit, la température en E étant maintenue constante, on commence par augmenter le travail par cycle, donc la puissance; puis, pour une certaine position ce travail passe par un maximum; ensuite il diminue. Puisque la
20 puissance varie, le maintien de la température en E exige une variation du chauffage (débit du combustible) concomitante à la modification de la durée d'ouverture de la soupape 3.

La commande du mécanisme de variation du point de fermeture de la soupape 3 peut être obtenue par des moyens manuels à la disposition de l'opérateur (manette, pédale, etc). Mais elle peut aussi résulter d'un
25 asservissement à la pression dans la chaudière Ec ou à d'autres paramètres de fonctionnement, ou encore résulter de l'action combinée d'une commande manuelle et d'un asservissement.

Une fois le point de fermeture de la soupape 3 fixée par son dispositif de commande comme décrit ci-dessus, le point E du diagramme est astreint à
30 rester sur la droite de volume constant VE-VE', et sur cette droite, son ordonnée sera d'autant plus élevée que la température en E sera plus forte, comme illustré sur la figure 3. L'astreinte à laquelle est soumise le point C est d'être à la même pression que le point E, et ce, par le jeu de l'ouverture automatique du clapet 5 quand la pression dans le cylindre
35 atteint celle du point E. De la sorte, en jouant sur la seule température du point E, on peut agir sur la distance CE. Comme cette distance détermine l'aire du diagramme p-v, donc le travail accompli par cycle, on voit qu'on peut moduler la puissance du moteur par l'intensité du chauffage dans l'échangeur Ec. En diminuant le chauffage (la température), on finit par

faire coïncider les points C et E, ce qui donne une puissance nulle, et même à faire passer le point E à gauche du point C, ce qui inverse le sens de déroulement du cycle et signifie donc une puissance négative. Autrement dit, la machine absorbe de l'énergie mécanique sur l'arbre au lieu d'en fournir, 5 ce qui peut être très apprécié, en automobile par exemple, comme effet dit de "frein moteur". Dans ces cas, la température en F est inférieure à la température ambiante, la fin de la course du temps 3 est en dépression, et la machine fonctionne en machine "frigorifique".

Puisque l'action sur la température au point E permet un réglage de la 10 puissance, la présence d'un mécanisme permettant la modification du point de fermeture de la soupape 3 n'est nullement obligatoire : la came 13 et sa commande peuvent être fixes, sans sortir du cadre de l'invention. Toutefois, un tel mécanisme peut permettre d'optimiser le rendement en fonction des conditions de marche.

15 Nous avons déjà indiqué que la soupape 4 n'avait en fait pour rôle que de protéger et compléter si nécessaire le clapet 5, et que, pour cette raison, elle pouvait être supprimée. Une autre simplification est possible dans les cas où l'on n'envisage pas un remploi de l'air d'échappement en fin de cycle ni un filtrage de l'air d'admission : c'est la réunion des soupapes 20 1 et 2 en une seule, qui s'ouvrirait alors deux fois par cycle, grâce à une came à deux bossages, une fois au premier temps, pour admettre l'air atmosphérique, frais, une seconde fois au quatrième temps pour rejeter l'air moteur en fin de détente, en prenant les précautions constructives nécessaires pour éviter les mélanges excessifs qui ont une influence néfaste 25 sur le remplissage et sur le rendement. Cette simplification n'est à envisager que pour les applications les plus rustiques.

Tous les procédés dits de "suralimentation" utilisés avec les moteurs à combustion interne conventionnels, et destinés à augmenter la puissance volumique, sont utilisables avec le moteur selon l'invention. Ces procédés 30 font admettre de l'air moteur par le conduit 19 à une pression supérieure à la pression atmosphérique, obtenue grâce à un compresseur d'air tel que 25 qui peut être entraîné soit par une turbine telle que 24 mise en mouvement par tout ou partie de l'air moteur qui s'échappe en fin de cycle par le conduit 20; soit par l'arbre moteur, car l'augmentation de puissance du 35 moteur due à la suralimentation est supérieure à la puissance consommée par le compresseur. La liaison avec le moteur peut être dans un rapport de vitesse constant ou variable, asservi au couple résistant (suralimentation dite "différentielle" par train d'engrenages épicycloïdal ou autrement).

Comme ce qui s'échappe par le conduit 20 n'est pas un gaz de combustion mais de l'air, il est possible aussi de le reprendre en circuit fermé en le réadmettant par le conduit 19, après refroidissement dans un échangeur froid qui le ramène à une température proche de la température ambiante. L'intérêt
5 est de pouvoir ensuite "gonfler" le circuit fermé par les auxiliaires habituels (réservoir d'air comprimé et compresseur servant à compenser les fuites autant que de besoin), c'est à dire à amener et maintenir la pression au point B du diagramme à une valeur nettement supérieure à la pression atmosphérique, ce qui entraîne une augmentation sensiblement proportionnelle
10 de la puissance volumique.

Dans le cas où le chauffage est obtenu par une combustion, l'air moteur détendu qui s'échappe par le conduit 20 peut être réutilisé comme air comburant dans le brûleur de l'échangeur Ec, qu'il y aurait lieu d'appeler ici une chaudière à air. L'air d'échappement conserve encore (point F du
15 diagramme figure 2) une certaine pression, qui est suffisante pour assurer sa circulation jusqu'au brûleur, sans soufflante auxiliaire, électrique ou autre. Son débit est automatiquement proportionnel à la vitesse de rotation du moteur, qui est l'un des deux principaux facteurs du débit en combustible, l'autre étant la puissance demandée à vitesse donnée. Avec les com-
20 bustibles liquides ou gazeux habituels, le débit d'air moteur est toujours supérieur au débit d'air comburant nécessaire, même avec un excès d'air généreux pour obtenir une combustion non polluante. Il suffira donc d'une fuite réglable sur l'air moteur d'échappement pour régler le débit d'air comburant demandé par une puissance donnée, quelle que soit la vitesse.

25 L'air moteur d'échappement conserve aussi au point F du diagramme de la figure 2 une certaine température. Le théorème de Carnot indique qu'il est vain d'espérer récupérer la chaleur rejetée à la "source froide" dans l'énergie mécanique produite par le moteur, mais rien n'interdit de l'utiliser autrement. Dans le cas du moteur selon l'invention, cette température
30 résiduelle permet de diminuer la taille du réchauffeur d'air comburant. Un tel réchauffeur est en effet indispensable pour tout moteur à combustion externe, que ce soit celui de la présente invention ou un autre, pour obtenir un rendement global correct. En effet, sans lui, les gaz de combustion quitteraient l'échangeur Ec à une température encore élevée, de
35 l'ordre de celle à laquelle se trouve le fluide moteur au point C du diagramme. L'alternative serait, si on utilisait l'air atmosphérique à température ambiante comme comburant, de le réchauffer dans ce réchauffeur pour l'amener à une température proche de celle du point C. Le réchauffage de l'air moteur d'échappement revendiqué par la présente invention ne permet

pas d'aboutir à une température supérieure à celle en C, mais, partant d'une température supérieure à la température ambiante, une surface d'échange nettement plus faible peut suffire pour obtenir la même température finale, d'où une économie de poids, d'encombrement et de prix.

5 Le schéma de la figure 4 résume les circulations qui viennent d'être décrites pour un moteur à combustion externe selon l'invention. On y retrouve les soupapes 41, 42, 43, 44 et le clapet 45. La chaudière à air 4Ec est précédée du réchauffeur d'air Ra. Une partie de l'air moteur qui s'échappe en fin de cycle par 42 à la température TF, entre dans le réchauffeur Ra et
10 en sort à une température TR, proche de la température TC de fin de compression de l'air moteur, puis passe dans le brûleur 46 pour servir d'air comburant. Il est alors à une température déjà élevée, de l'ordre de 400 °C, ce qui concourt à assurer une combustion très complète, très peu polluante. La partie restante de l'air moteur recyclé s'échappe en 47, la proportion
15 étant réglée par la vanne 43. L'air moteur neuf est admis par la soupape 41 à travers le conduit 49. Les gaz de combustion s'échappent en 50.

La figure 1 qui a servi pour la description du cycle du moteur selon l'invention ne représente qu'un seul cylindre. Il est bien évident que toutes les combinaisons polycylindriques habituelles aux moteurs à combustion interne conventionnels peuvent être utilisées dans les réalisations
20 pratiques : quatre ou six cylindres en ligne, six ou huit cylindres en V, etc. Dans la plupart des cas, il suffira d'un seul échangeur tel que Ec pour l'ensemble des cylindres, et les conduits tels que 23 n'auront pas à être nécessairement isolés les uns des autres pour être affectés chacun à un
25 cylindre particulier.

Les figures 5, 6 et 7 représentent un exemple de réalisation pratique de moteur à combustion ou chauffage externe selon l'invention, et dont de nombreux éléments constitutifs peuvent reprendre ceux d'un moteur conventionnel. La figure 5 est la coupe selon le plan BB, la figure 6, la coupe
30 selon le plan AA, la figure 7 est la vue de dessus. Pour simplifier le dessin, les éléments évidents comme la visserie, les joints, les sièges de soupape, les évidements pour la circulation de l'eau de refroidissement, etc. ne sont pas représentés.

Dans le bloc-cylindres 51 se meuvent les pistons tels que 52, dont un
35 seul est représenté. Ce bloc-cylindres est surmonté de la culasse 53 qui contient tous les organes de distribution. Dans cet exemple, la soupape qui avait le repère 4 sur la figure 1 est omise. Le clapet repère 54 de la figure 5 est donc directement au dessus du cylindre. Sa partie arrière débouche sur le conduit 55 qui est relié à l'entrée de l'échangeur, non

représenté. La sortie de cet échangeur est reliée au conduit 56 qui débouche sur la soupape 57 d'admission d'air moteur réchauffé. Nous trouvons ensuite la soupape 58 d'admission d'air moteur neuf, et la soupape 59 d'échappement d'air moteur détendu. Les soupapes sont commandées par deux arbres à cames en tête 60 et 61, les soupapes 58 et 59 directement, avec la seule interposition du poussoir 62, la soupape 57, par l'intermédiaire du levier de renvoi 63. Ce serait sur la chaîne cinématique passant par le levier 63 qu'agiraient les mécanismes de réglage des points d'ouverture et de fermeture de la soupape 57. Comme nous l'avons déjà souligné, ces mécanismes, dont la présence n'est d'ailleurs pas obligatoire, peuvent être d'une grande variété et le type particulier utilisé ne fait pas sortir du cadre de l'invention. Les arbres à cames 60 et 61 sont entraînés à vitesse moitié de celle de l'arbre moteur par un ensemble engrenages-courroie crantée, non représenté, mais classique dans les moteurs conventionnels à double arbre à cames en tête comme les moteurs à 4 cylindres en ligne à seize soupapes.

2673979

11

REVENDECATIONS

- 1/ Machine thermodynamique à cycle à quatre temps, servant pour la transformation d'énergie calorifique en énergie mécanique,
- 5 caractérisée par le fait qu'elle comporte :
- au moins une chambre (6) à volume cycliquement variable ;
 - un ensemble de quatre conduits de liaison (19 ; 20 ; 21 ; 22) débouchant dans la chambre (6) au niveau d'orifices associés avec un moyen de fermeture mobile (1 ; 2 ; 3 ; 4, 5) associé à chacun desdits conduits de
 - 10 liaison, ledit ensemble comportant deux conduits (19 ; 20) associés à l'admission et à l'échappement de fluide moteur, et deux autres conduits (21 ; 22) qui sont reliés entre eux par un conduit commun de liaison (23) disposé dans un échangeur de chaleur (Ec), avec un conduit d'entrée (22) menant à l'échangeur (Ec) et dont le moyen de fermeture mobile
 - 15 comporte un clapet (5) ne s'ouvrant qu'à partir d'une pression prédéterminée, et un conduit de sortie (21), ledit échangeur de chaleur (Ec) communiquant avec une source chaude ou une source froide selon le mode de fonctionnement de ladite machine ; et
 - des moyens d'actionnement (15) de certains au moins desdits moyens de
 - 20 fermeture mobiles, lesdits moyens d'actionnement étant agencés pour pouvoir isoler entre elles, à des moments prédéterminés du cycle thermodynamique, la chambre (6), l'entrée et/ou la sortie de l'échangeur de chaleur (Ec), et l'atmosphère ambiante.
- 2/ Machine thermodynamique selon la revendication 1,
- 25 caractérisée par le fait que le moyen de fermeture mobile (4, 5) associé au conduit d'entrée (22) menant à l'échangeur (Ec) comporte également un organe de fermeture mobile, tel qu'une soupape à siège conique (4), commandé par les moyens d'actionnement (15) des moyens de fermeture mobiles (1 ; 2 ; 3) associés aux autres conduits de liaison (19 ; 20 ; 21), afin
- 30 de permettre au fluide moteur compris dans la chambre (6) d'accéder au clapet (5).

2673979

12

3/ Machine thermodynamique selon la revendication 2, caractérisée par le fait que la soupape à siège conique (4) et le clapet (5) sont chargés par des ressorts associés, agencés et réglés de telle manière qu'une pression à l'intérieur de la chambre (6) suffisante pour ouvrir ledit
5 clapet ne puisse pas encore ouvrir ladite soupape.

4/ Machine thermodynamique selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisée par le fait que les moyens de fermeture mobile (1 ; 2 ; 3 ; 4) commandés par les moyens d'actionnement (15) sont des soupapes à siège conique.

10 5/ Machine thermodynamique selon la revendication 4, caractérisée par le fait que les soupapes à siège conique (1 ; 2) associées à l'admission et à l'échappement de fluide moteur sont réunies en une soupape unique s'ouvrant deux fois par cycle.

15 6/ Machine thermodynamique selon la revendication 4 ou 5, caractérisée par le fait que les moyens d'actionnement sont essentiellement constitués par au moins un arbre à cames (15).

20 7/ Machine thermodynamique selon la revendication 6, caractérisée par le fait que l'arbre à cames (15) est entraîné à une vitesse de rotation moitié de celle d'un vilebrequin (9) servant à entraîner un piston (7) coulissant dans la chambre (6) pour faire varier cycliquement le volume de ladite chambre.

25 8/ Machine thermodynamique selon la revendication 6 ou 7, caractérisée par le fait que le point de fermeture de la soupape à siège conique (3) associée au conduit de sortie (21) de l'échangeur (Ec) est modifiable en marche grâce à des moyens de réglage associés.

9/ Machine thermodynamique selon la revendication 8, caractérisée par le fait que les moyens de réglage associés à la soupape à siège conique (3) modifient le profil de la came associée (13) de l'arbre à cames (15) et/ou la chaîne cinématique qui commande ladite soupape (3).

30 10/ Machine thermodynamique selon la revendication 9, caractérisée par le fait que les moyens de réglage peuvent être commandés directement par l'opérateur et/ou par un asservissement.

2673979

13

11/ Machine thermodynamique selon la revendication 10, caractérisée par le fait que la commande des moyens de réglage résulte d'un asservissement à la pression dans l'échangeur de chaleur (Ec), de sorte que l'on peut modifier la puissance par l'intensité du chauffage dans ledit
5 échangeur.

12/ Machine thermodynamique selon l'une des revendications 1 à 11, caractérisée par le fait que l'échappement n'est pas rejeté directement à l'atmosphère, mais réutilisé en reprenant en circuit fermé l'air s'échappant par le conduit d'échappement (20), en le réadmettant par
10 le conduit d'admission (19), après refroidissement dans un échangeur froid associé.

13/ Machine thermodynamique selon l'une des revendications 1 à 11, dans laquelle le chauffage est obtenu par une combustion, caractérisée par le fait que l'air moteur détendu s'échappant par le conduit d'échappement (20) n'est pas rejeté directement à l'atmosphère, mais
15 réutilisé comme air comburant dans le brûleur de l'échangeur (Ec) qui fonctionne alors comme une chaudière à air.

14/ Machine thermodynamique selon l'une des revendications 1 à 13, caractérisée par le fait qu'elle comporte une pluralité de chambres
20 (6), arrangées en ligne ou en V, l'échangeur de chaleur (Ec) étant de préférence commun pour l'ensemble desdites chambres.

25

30

1/4

2673979

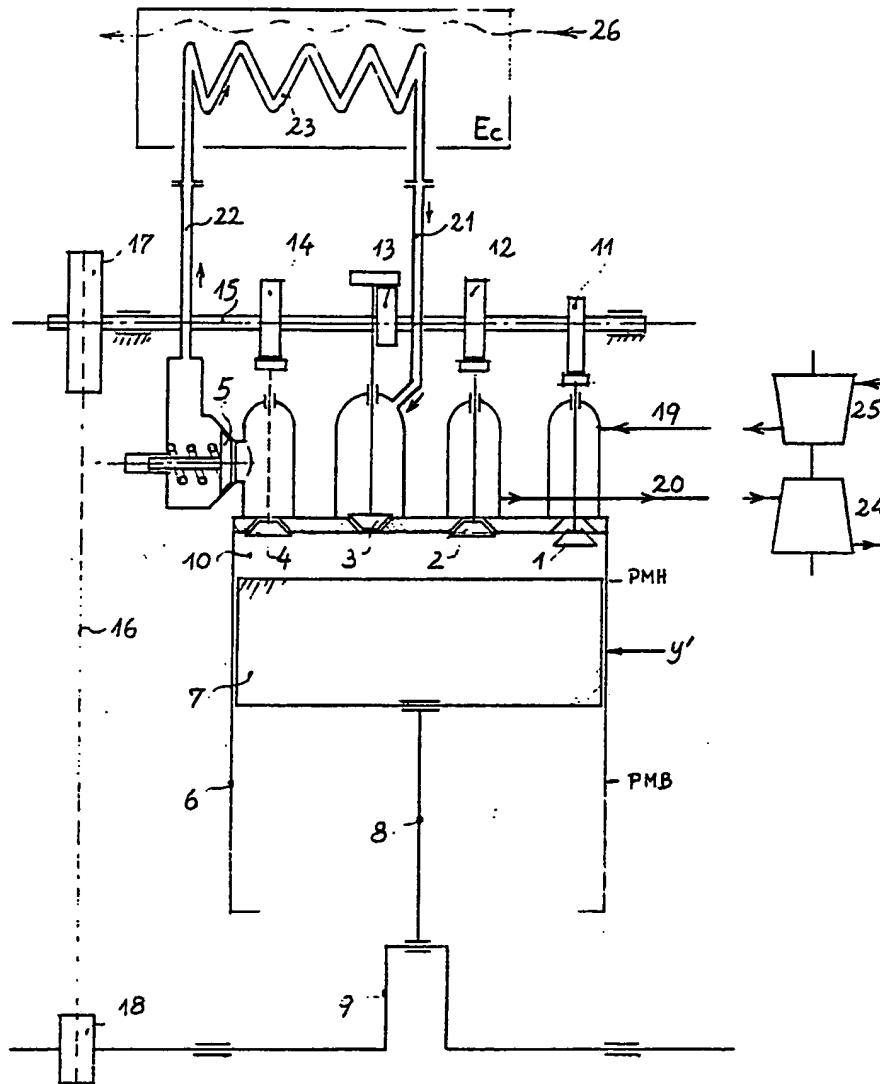


fig. 1

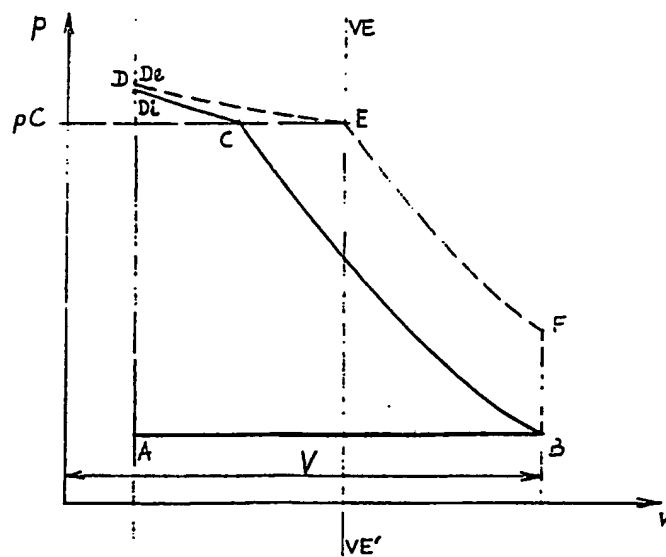


fig. 2

2/4

2673979

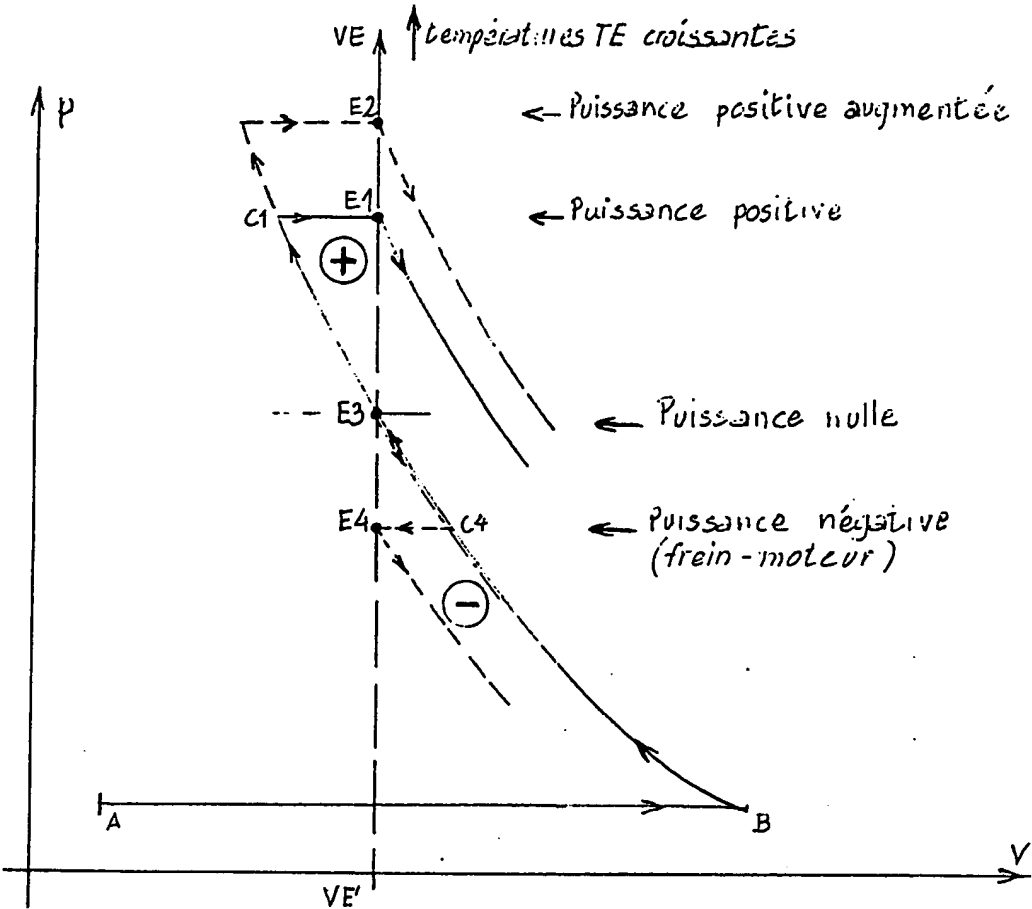


fig. 3

3/4

2673979

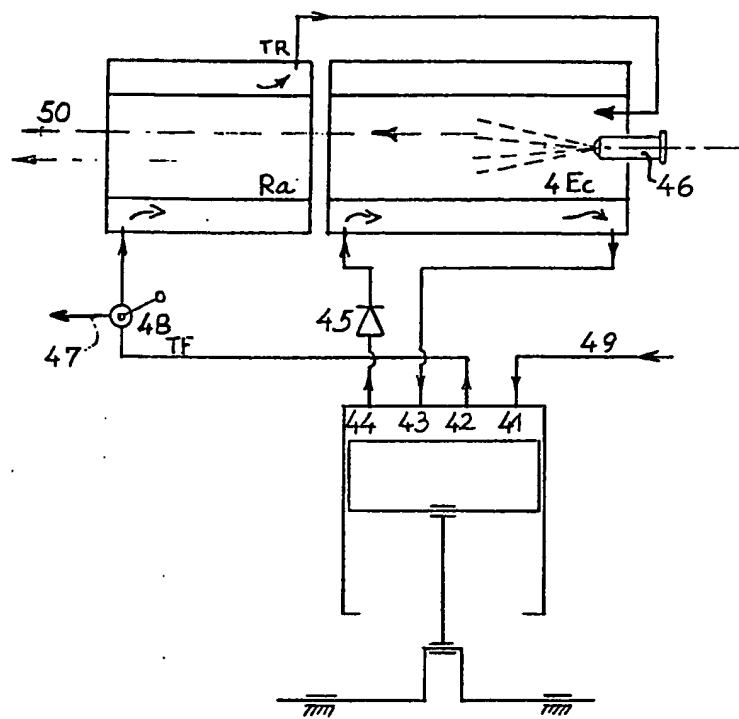
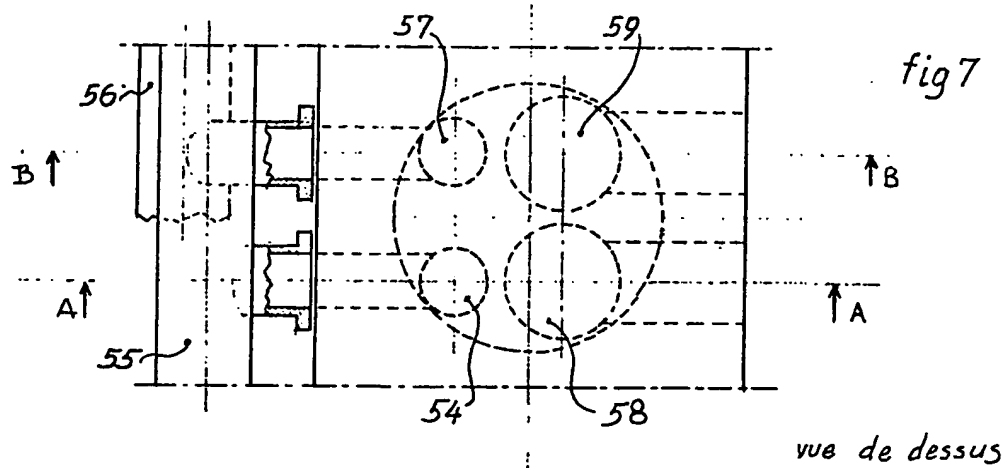
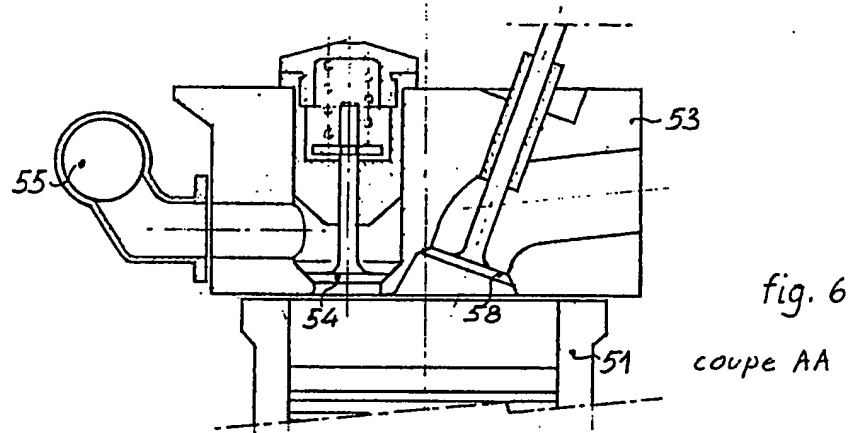
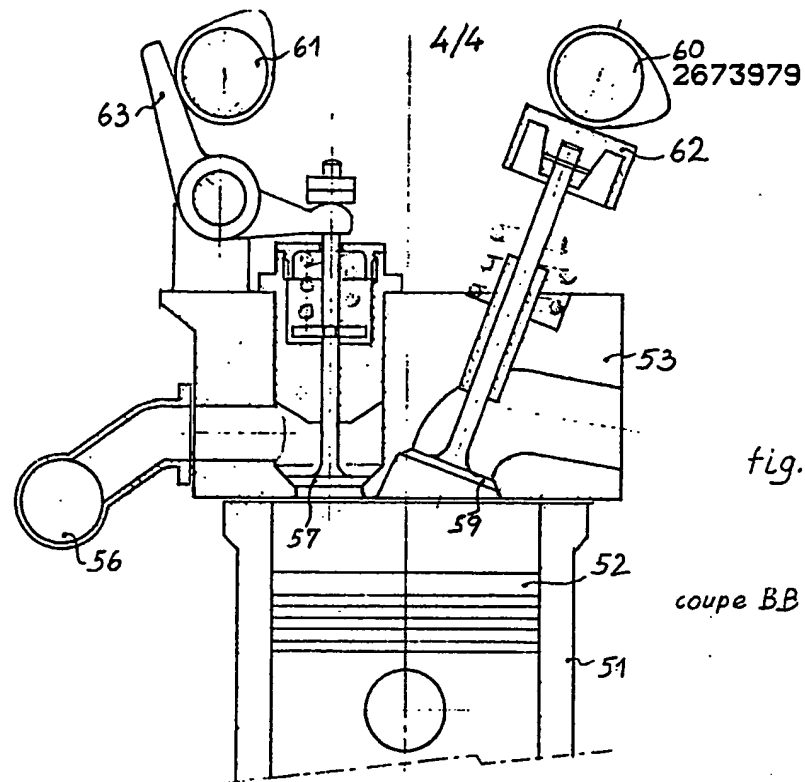


fig. 4



REPUBLIQUE FRANÇAISE

2673979

INSTITUT NATIONAL
de la
PROPRIETE INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE
établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FR 9103096
FA 454863

| DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS | | Revendications concernées de la demande examinée |
|--|---|---|
| Catégorie | Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes | |
| A | US-A-2 977 759 (MILLIKEN) * colonne 2, ligne 40 - colonne 12, ligne 19; figures * --- | 1-6, 12-14 |
| A | FR-A-2 055 556 (TREADWELL CORPORATION) * page 9, ligne 13 - page 20, ligne 38; figures * --- | 1, 4, 6, 7, 14 |
| A | FR-A-2 110 089 (HUBERS) * page 2, ligne 31 - page 5, ligne 17; figures * --- | 1 |
| A | US-A-3 973 394 (GIRODIN) * colonne 3, ligne 24 - colonne 5, ligne 32; figures * --- | 1 |
| A | FR-A-2 074 195 (MUNZINGER) * page 3, ligne 34 - page 7, ligne 41; figures * ----- | 1 |
| | | DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5) |
| | | F02G F02B |
| Date d'achèvement de la recherche 18 OCTOBRE 1991 | | Examinateur MOUTON J. M. M. P. |
| <p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons ----- & : membre de la même famille, document correspondant</p> | | |

1

EPO FORM 1500 (01/92) (F0413)